©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Die Pilzmücken (Diptera, Sciaroidea excl. Sciaridae): unauffällig, aber weit verbreitet

Eberhard Plassmann*

Abstract: The fungus gnats or Mycetophilida are a large family of flies with about 4.000 species spread all over the world. They are small animals with a length of 2 to 4 mm, without any attraction for exposition.

Zusammenfassung: Pilzmücken (Mycetophilidae) sind mit ca 4.000 Arten eine große Familie innerhalb der Zweiflügler (Diptera). Sie kommen überall auf der Welt vor und stellen mit einer Größe von 2 bis 4 mm keine Attraktion für Schausammlungen dar.

Key words: Fungus gnats, distribution, biology, morphology.

* Correspondence to: Dr.Plassmann-Ymmun-Inform@t-online.de

Address: Buchnerstrasse 64, D-84453 Mühldorf/Inn, Germany

EINLEITUNG

Wie viele Kleinlebewesen, entgehen auch die Fliegen und Mücken in ihrer Vielfalt den meisten Menschen. Zu der größten Insekten-Ordnung, den Diptera (Zweiflüglern), gehören auch die paläarktischen Familien der Pilzmücken (Ditomyiidae, Bolitophilidae, Diadocidiidae, Keroplatidae, Manotidae, Lygistorrhinidae, Mycetophilidae [Fungivoridae]). Sie gehören zur Unterordnung der Nematocera (Mücken), sind kleine, meist 2 bis 4 mm große, wenig auffällige Tiere, die keine Attraktion für Schausammlungen darstellen. Sie bilden ein uraltes Geschlecht, das bis in das Miocän zurückverfolgt werden kann. Bekannt sind zahlreiche Einschlüsse von Pilzmücken aus dem Bernstein (Poinar 1992, Weitschat & Wichard 1998). Sie gehören zu den häufigsten fossilen Dipteren. Aus England stammt der älteste Fund aus einer unterjurassischen Lagerstätte. Aus dem Jura fanden sich Pilzmücken in Deutschland und Ostasien. Sie sind aus der Kreidezeit aus Bernsteinlagerstätten in Kanada, Sibirien und New Jersey bekannt. Im eozänen baltischen Bernstein wurden etwa 150 Arten aus ca. 50 Gattungen beschrieben. Ein Achtel aller im baltischen Bernstein nachgewiesenen Mücken sind Pilzmücken. Weitere Funde in anderen tertiären Bernsteinlagerstätten finden sich u. a. in Mexiko, Myanmar, der Dominikanischen Republik und China.

VORKOMMEN UND VERBREITUNG

Die Familie kommt gegenwärtig in der gesamten Welt mit ungefähr 4.000 Arten vor, wobei ständig weitere Arten entdeckt und beschrieben werden. In Europa rechnet man mit ca. 1.000 Arten, von denen bislang 372 Arten in Österreich nachgewiesen wurden (Plassmann 1972, 1996, 2011).

Am größten ist die Artenzahl in den gemäßigten Breiten, was seinen Grund in den Lebensbedingungen der Pilzmücken hat, denn der Wald ist ihr ständiger Aufenthaltsort. Besonders bevorzugt werden als Lebensbereiche Wildbäche, sumpfige, busch-

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

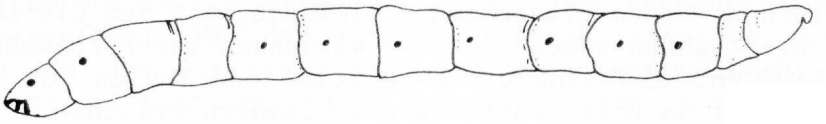

Abb. 1: Sciophilinae-Larve

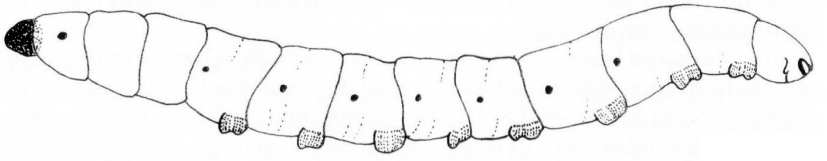

Abb. 2: Mycetophilinae-Larve

reiche Stellen, schattige Waldalleen, Hohlwege, Höhlen, Hohlräume zwischen Baumwurzeln, mit Moos bedeckte Felsenpartien und ähnliche Biotope mit relativ hoher Luftfeuchtigkeit. Die Tiere kommen dort meist in sehr großer Zahl vor. Dennoch entgehen sie der Aufmerksamkeit des Spaziergängers, da sie weder durch Färbung noch durch Größe auffallen.

Eingriffe in diese Lebensräume bedingen mit Sicherheit eine Veränderung, wenn nicht gar eine Verminderung des Artenspektrums. Aussagen anhand der Artenzahlen lassen sich bei ökologischen Veränderungen aber nur dann treffen, wenn die Fauna vor den Eingriffen bekannt ist. Besonders geeignet für derartige Untersuchungen sind die Nationalparke. So wurden bereits im deutschen Nationalpark Hainich und dem österreichischen Nationalpark Gesäuse die Pilzmückenfauna untersucht (Plassmann 2011). Weitere Projekte betreffen die deutschen Nationalparks Berchtesgaden und Kellerwald.

MORPHOLOGIE UND BIOLOGIE DER PILZMÜCKEN

Die Larven der Pilzmücken dagegen sind den meisten Menschen schon begegnet, da sie als Zerstörer der Speisepilze auftreten, und volkstümlich als „Würmer" bezeichnet werden (Abb. 1, 2). Sie leben aber nicht nur in bestimmten Pilzarten, sondern in den verschiedensten Arten von Röhren-, Blätter-, Stachel- und Kugelpilzen, ganz gleich, ob diese Giftstoffe enthalten oder nicht, ob sie frisch sind oder sich im Verwesungsstadium befinden. Auch auf der Pilzunterseite leben Pilzmückenarten, wie zum Beispiel die Keroplatus-Larve.

Neben den Pilzen wird auch andere vegetabilische Kost angenommen; so fand man Larven in faulendem Holz, auf und unter Baumrinde und unter Moos. In Höhlen wurden Pilzmückenlarven nachgewiesen, die sich hier von Pilzmyzel und Algen ernähren. Auch in Wespen-, Vogel-, Maulwurfs- und Eichhörnchennestern findet man einige Arten. Selbst in Quelltöpfen an Seeufern kommt eine Art (*Gnoriste apicalis* Meigen, 1818) vor, die Detritus aufnimmt. Eine in Australien in Höhlen lebende Art (*Arachnocampa luminosa* Skuse, 1891) ernährt sich von Insekten, die sie mit Hilfe der Leuchtkraft ihres Körpers anlockt und mit einem Schleimnetz fängt.

Als Schädlinge treten einige Arten in Kartoffel- und Tomatenfeldern sowie in Gurkenkulturen auf.

Eine Spezialisierung einer Pilzmückenart lediglich auf ein bestimmtes Substrat konnte nicht festgestellt werden. Keine der bisher aus Pilzen gezogenen Arten erwies sich in der Larvalphase als monophag.

Alle Pilzmückenlarven sind zu ihrer Lebensweise vorzüglich eingerichtet. Sie sind alle eucephal, und ihre bohrenden Mundwerkzeuge ermöglichen ihnen, in das Substrat einzudringen und sich darin fortzubewegen (Abb. 3). Der Larvenkörper besteht aus drei Thorakal- und neun Abdomi-

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

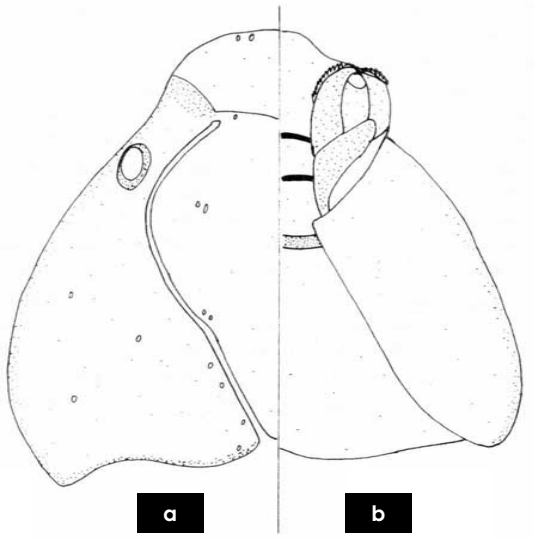

Abb. 3: Kopfkapsel einer Mycetophila-Larve, a: dorsal, b: ventral.

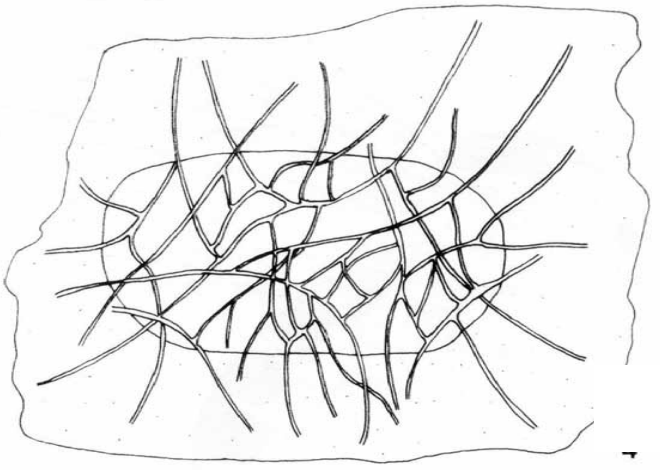

Abb. 4: Puppenkokkon.

nalsegmenten. Die Segmentierung ist jedoch nicht immer deutlich bzw. kommen bei der Familie Keroplatidae Scheinsegmentierungen vor. Die weiche Körperhaut sondert bei vielen Arten einen glänzenden Schleim ab, mit dem die Larven Gleitbahnen bauen oder die Wandungen ihrer Fraßgänge auskleiden. Die Pilzmückenlarven bedürfen keiner Beine, da sie sich an Pflanzenteilen nicht anzuklammern und festzuhalten brauchen; sie sind daher durchweg fußlos, höchstens auf der Unterseite befinden sich bei der Unterfamilie Mycetophilinae Kriechwülste. Da die meisten Larvenarten in ihrer Nahrungssubstanz verborgen leben, brauchen sie keine besonderen Schutzeinrichtungen, nur einige an der Oberfläche ihrer Nährstelle lebende Larven bauen aus Fraßstücken und Exkrementen schützende Umhüllungen. Habituell lassen sich die Larven jedoch in die verschiedenen Familien einordnen (Hennig 1948, Madwar 1937, Schulze 1924).

So weichen die Larven der Ditomyiidae völlig von den Larvenformen der übrigen Pilzmücken ab. Vor allem unterscheiden sich die Ditomyiidae-Larven durch das Stigmenpaar auf dem 8. Abdominalsegment, die Form der Antennen, des Labrums, der Mandibeln und Maxillen von den übrigen erheblich.

Die Familie Bolitophilidae hat im Gegensatz zu den übrigen Mycetophilidenlarven, die nur eingliedrige Fühler besitzen, als auffälligstes Merkmal dreigliedrige Fühler. Die Larven der Diadocidiidae sind propneustisch, und die Epikranialplatten der Kopfkapsel treffen ventral nirgends zusammen. Keroplatidae -Larven sind apneustisch.

Bei der Unterfamilie Sciophilinae sind die Larven- peripneustisch, mit Ausnahme der Gattung *Speolepta,* deren Larven propneustisch sind. Allen Sciophilinae-Larven (Abb. 1) sind sieben Paar Abdominalstigmen eigen, Kriechwülste fehlen. Die Larven der Mycetophilinae (Abb. 2, 14) haben allesamt gut entwickelte Kriechwülste als unverkennbares Merkmal. Auch sind diese Larven alle peperipneustisch.

Eine Bestimmung der Larven ist nur bis zu den Familien bzw. Unterfamilien möglich. Gattungs- oder gar Artbestimmungen können nicht erfolgen, da nur ein minimaler Teil von Pilzmückenlarven zugeordnet und beschrieben wurde. Dementsprechend ist auch die Biologie der meisten Arten unbekannt.

Die Larven verlassen zur Verwandlung ihre Fraßstätte und gehen auf oder unter die Erde, um sich dort zu verpuppen. Viele Arten fertigen einen kunstvollen Kokon (Abb. 4) oder ein loses Gespinst; einige andere Arten, wie etwa die der Familie Bolitophilidae, bilden dagegen keine schützende Umhüllung, sondern die Puppe liegt ungeschützt unter Laub oder Moos. Allen Mycetophiliden ist gemein, dass die Puppe immer frei ist, eine sogenannte Mumienpuppe (Abb. 5). Sie ist anfangs weich und weiß, verhärtet zunehmend und färbt sich bei vielen Arten dunkel. Sie ist ziemlich beweglich und zeigt deutlich alle Teile der künftigen Mücke. Die vollkommen entwickelten Mücken (Abb. 15) schlüpfen durch einen Längsspalt auf der Oberseite der Puppenhülle. Die Puppenruhe beträgt meist 2–4 Wochen. Zur Aufzucht der Pilzmückenlarven verwendet man zweck-

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

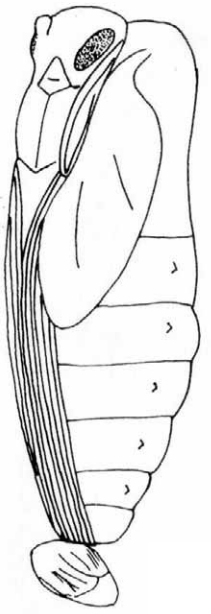

Abb. 5: Mycetophila-Puppe.

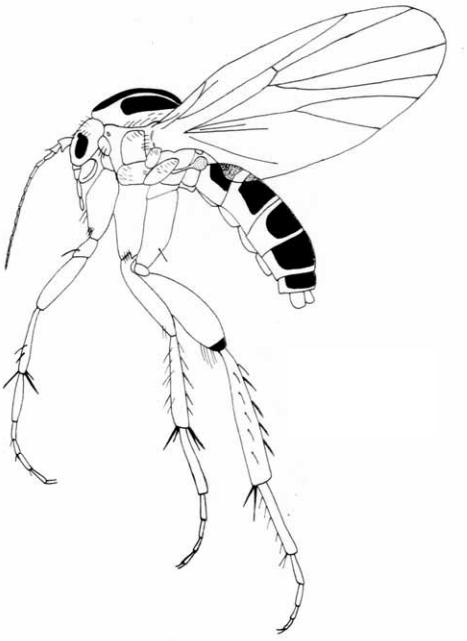

Abb. 6: Pilzmücke, adult.

mäßig glasklare Plastikgefäße, in deren Deckel sich eine mit Leinen verschlossene Öffnung befindet, um eine Belüftung der Gefäße zu gewährleisten. Auf den Boden kommt leicht befeuchteter Torf von 5 cm Höhe, auf den frisch eingesammelte, befallene Pilze, Rindenstücke oder modernde Pflanzenreste gelegt werden. Der Torf saugt die Fäulnisprodukte auf und verhindert, dass die Larven darin zugrunde gehen. Zur Verpuppung wandern die Larven in den Torf, wo sie auf der Höhe des für sie optimalen Feuchtigkeitsgrades verbleiben und in die Puppenruhe übergehen. Die Zuchten brauchen nicht sorgsam betreut zu werden, sondern bleiben sich selbst überlassen, bis die Imagines schlüpfen. Der Zeitpunkt der Verpuppung der Larven kann ziemlich genau erkannt werden, da die Larven ihre Puppenkokons oft an den Gefäßwänden anlegen.

Einer Schimmelbildung auf den verfaulenden Substraten und damit einer Gefährdung der Zuchten kann dadurch vorgebeugt werden, dass man nach Auswanderung der Larven und bei Beginn der Verpuppung die Nährsubstrate entfernt.

Die fertigen Mücken (Abb. 6) sind fast durchweg in Färbung und Größe unauffällig. Es sind schlanke und zarte Tiere mit langen, dünnen Beinen und Fühlern mit 8 bis 16 Segmenten, und einem starken und massiven Körper. Die Mundwerkzeuge sind stark zurück gebildet.

Von den anderen Nematoceren-Familien lassen sie sich durch folgende Merkmale trennen: Auf dem Mesonotum fehlt eine Quernaht immer, auf der Stirn sind neben den Facettenaugen 2, oft 3 Punktaugen vorhanden, und an den Schienen der Beine sind deutliche Sporne entwickelt.

Zur Unterscheidung der Gattungen und Arten wird in erster Linie das Flügelgeäder (Abb. 7–9) herangezogen. Daneben geben die Bauart der Fühler, der Taster und Mundwerkzeuge, aber auch die Beborstung des Mesonotums, der Pleuren und der Beine gute Bestimmungsmerkmale ab. Jedoch sind diese makroskopischen Merkmale nur Anhaltspunkte. Zur genauen Determination müssen die präparierten Genitalia herangezogen werden. In erster Linie sind dies die männlichen Geschlechtsteile, die Hypopygien. Im allgemeinen besteht das Hypopygium aus einem Basalstück, das, unterschiedlich gestaltet, auf seinem Rand oder in der von ihm umschlossenen Höhlung verschieden geformte, paarig angeordnete Anhänge besitzt, die ebenfalls mit Haaren, Dornen oder Borsten besetzt sind (Abb. 10). Einfacher gebaut, aber auch weniger charakteristisch, sind die Legeröhren der Weibchen, die jedoch auch zu einer genauen Determination führen (Abb. 11).

Die vom Tier abgetrennten Genitalia werden nach Dziedzicki's (1886) Methode in 15prozentige Kalilauge gelegt, um die Haut- und Muskelpartien abzulösen. Dieser Vorgang dauert 4–8 Stunden. Anschließend werden die Präparate in Wasser ausgewaschen und untersucht.

Der Fang erwachsener Pilzmücken ist verhältnismäßig einfach mit dem

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

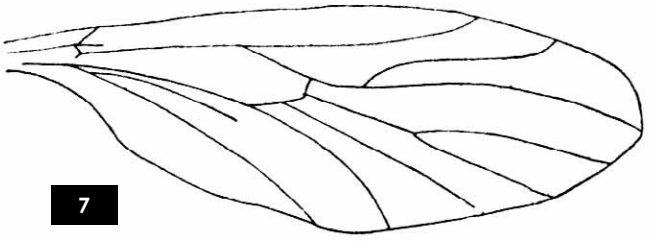

Abb. 7: Flügelgeädertyp der Ditomyiidae.

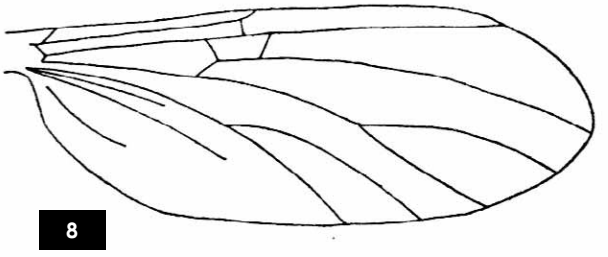

Abb. 8: Flügelgeädertyp der Sciophilinae.

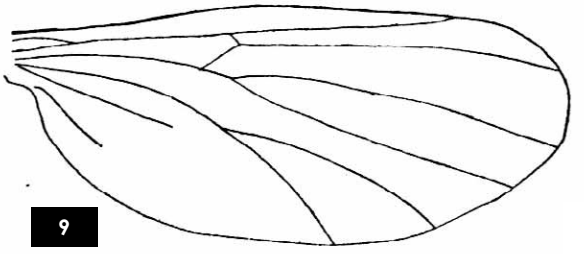

Abb. 9: Flügelgeädertyp der Mycetophilinae.

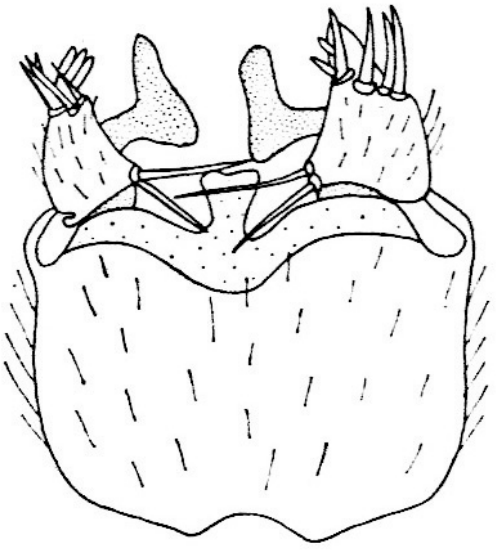

Abb. 10: Hypopygium von *Mycetophila spectabilis* Winnertz, 1863, von unten.

Abb. 11: Legeröhre von *Mycetophila spectabilis* Winnertz,1863, von der Seite.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 12: *Speolepta leptogaster* Winnertz, 1863, Larve (Foto: Klaus Bogon).

Abb. 13: *Speolepta leptogaster* Winnertz, 1863, Imago (Foto: Dr. Ignac Sivec).

Abb. 14: *Mycetophila* spec. Larven (Foto: Klaus Bogon).

Abb. 15: *Mycetophila* spec. (Foto: Stefan Zaenker).

Streifnetz zu bewerkstelligen. Eine gute Methode stellt auch der Lichtfallenfang mit UV-Lampen oder mit Petromax dar. Besonders mit der Lichtfangmethode lassen sich Mycetophiliden in großer Zahl fangen. Viele Arten, die ich mit der Streifnetzmethode nie erbeuten konnte, traf ich regelmäßig in der Lichtfalle an.

Daneben sind gute Fänge auch mit Barberfallen, Malaisefallen und Luftstromfallen zu erreichen.

Leuchtende Pilzmücken

Die Fähigkeit Licht auszusenden (Bioluminescenz) hat sich nur bei einigen Insektenarten entwickelt (Scherf 1970, Sivincki 1998). Bei der großen Gruppe der Zweiflügler sind es nur einige wenige Arten der Pilzmücken, die diese Fähigkeit besitzen.

So sind es in Europa die Larven von *Keroplatus testaceus* Dalman 1818, die leuchten.

Allerdings ist das Leuchten wesentlich schwächer als bei den fliegenden Leuchtkäfern oder deren Larven. Bei den Larven von *Keroplatus testaceus* handelt es sich um die einzige Art lichtaussendender Dipteren in Europa. Sie leben auf der Unterseite des Baumschwammes *Trametes gibbosa*, des Zunderpilzes. Die Larven sind spezialisierte Sporenfresser. Neben den Larven leuchten auch die Puppen bis kurz vor dem Ausschlüpfen der Mücke, die eine für Pilzmücken beachtliche Größe von 12-15 mm erreicht. Eine biologische Bedeutung kommt dem Leuchten wohl nicht zu.

Anders verhält es sich bei den Arten der Gattung *Arachnocampa* in Neuseeland, die in großen Höhlen leben. Die einzelne Larve spinnt an der Höhlendecke ein Seidennetz an dem bis zu 70 Seidenfäden herabhängen, die mit klebrigen Schleimtröpfchen benetzt sind. Um Beute anzulocken leuchten die Larven. Hungrige Larven leuchten heller als gesättigte. Als Beute dienen kleine Mücken und Fliegen, Nachtfalter und Tausendfüßer, die an den Fangfäden festkleben und dann mit dem Fangfaden nach oben gezogen und gefressen werden. Kannibalismus ist auch bekannt und erfolgt bei Nahrungsmangel. Dann werden andere *Arachnocampa*-Larven, -Puppen und auch erwachsene Mücken gefressen.

Das Leuchten beruht auf einer Reaktion von Luciferin mit dem Enzym Luciferase. Als Energieträger wirkt Adenosintriphosphat unter Sauerstoffanwesenheit. Die Leuchtorgane befinden sich im Abdomen und sind Modifikationen der Malpighischen Gefäße.

Die Puppen leuchten periodisch. Vor dem Schlüpfen hören die männlichen Puppen auf zu leuchten, während die weiblichen stärker leuchten. Allerdings kann das Leuchten auch den Tieren selbst zum Verhängnis werden, da Fressfeinde angelockt werden können.

Gegenwärtig sind neben der bekannten *Arachnocampa (Bolitophila) luminosa* (Skuse, 1891) vier weitere Arten der Gattung mit Leuchtvermögen bekannt.

Die Neuseeländer Glow-worm Caves sind bedeutende Touristen-Attraktionen. Am bekanntesten sind die Waitomo-Caves (Abb. 16).

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 16: *Arachnocampa (Bolitophila) luminosa* Larven (Foto: Mnolf / Wikipedia)

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

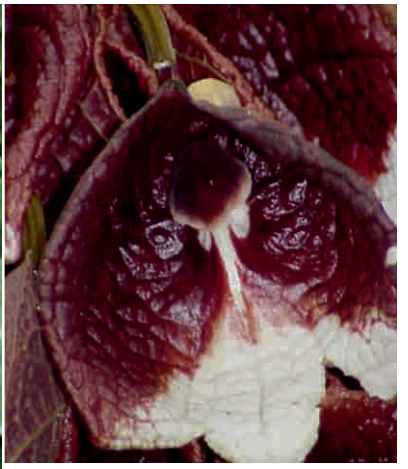

Abb. 18: Einzelblüte mit Scheinpilz (Foto: Kurt Stueber, GNU Free Documentation Licence).

Abb. 17: *Aristolochia arborea* Linden 1868 (Foto: Michael Wolf, GNU Free Documentation Licence).

Abb. 19: *Asarum europaeum* L. (Foto: Bernd Hagnold, GNU Free Documentation Licence).

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Die in Nordamerika vorkommende und auch in Höhlen lebende Pilzmücke *Orfelia fultoni* (Fisher, 1940), emittiert das blaueste Licht, das von Insekten ausgestrahlt wird.

Pilzmücken als unfreiwillige Blütenbestäuber

Zahlreiche Beziehungen zwischen Tieren und Pflanzenkönnen beobachtet werden. Vor allem für die vielen verschiedenen Bestäuber aus dem Insektenreich haben Pflanzen Tricks in Form von Geruch oder speziellen Blüten entwickelt. Eine Vielzahl verschiedener Pflanzen benutzt Pilzmücken als Bestäuber. Als Beispiele werden hier einige angeführt.

So lockt die aus Mexiko stammende baumförmige Pfeifenblume (*Aristolochia arborea*, Abb. 17) durch ihre kuriosen Blüten Pilzmücken an (Vogel 1978). Sie verfügt über braunrote Blüten mit weißen Lippen, die vor allem am Fuße der Pflanze direkt über dem Erdboden blühen. Ein kleiner Hutpilz steht im Blütenschlund (Abb. 18), der aber nur eine Attrappe ist. Er lockt aufgrund seiner Gestalt und Stellung Pilzmücken an. Beim Versuch Eier an der Pilzattrappe abzulegen, fallen die Mücken in die Kesselfalle und werden erst nach Abwelken der Blüte am nächsten Tag wieder freigelassen. Sie werden beim Herumfliegen in der Falle mit Pollen belegt, den sie dann in eine weitere Blüte eintragen, nachdem sie wieder in eine Kesselfalle gegangen sind. Zwischen Pfeifenstrauch und Pilzmücken herrscht eine parasitäre Beziehung, denn die Mücken bestäuben zwar die Pflanze, aber sie erhalten keine Gegenleistung. Im Gegenteil erleiden sie einen Schaden. Die in der Pflanze abgelegten Eier gehen zugrunde.

Auch in unseren Breiten bedienen Pflanzen sich der Pilzmücken als Bestäuber, so die Orchidee *Listeria cordata*. Auch die in Österreich vorkommende *Asarum europaeum*, die Gewöhnliche Haselwurz, lockt mit einem Pilzlamellenmuster auf der Blüteninnenseite die Tiere in die Kesselfalle. *Arisarum proboscideum,* der Mausschwanz, lockt neben den einem Pilzhut ähnelnden schwammigen Kolbenspitzen mit einer Pilzgerucherzeugung. Beim Versuch der Eiablage gelangen die Pilzmücken ebenfalls in die Kesselfalle und werden mit Pollen bestäubt (Abb. 19).

LITERATUR

Dziedzicki, H. (1886): Einige Worte über die Präparation des Hypopygiums der Dipteren. — Wiener Ent. Z. **5**: 25-27.

Hennig, W. (1948): Larvenformen der Dipteren. Akademie Verlag, Berlin **1**: 92-110.

Madwar, S. (1937): Biology and morphology of the immature stages of Mycetophilidae (Diptera, Nematocera). — Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B (Biol. Sci.) **227**: 1-110.

Plassmann, E. (1972): Ein Überblick über die Pilzmücken (Diptera, Fungivoridae) — Ent. Ztsch. **82** (7): 65-72.

Plassmann, E. (1996): Zur Kenntnis der Pilzmückenfauna Österreichs (Diptera, Nematocera, Mycetophiloidea) — Mitt. Int. Ent. Ver. **21** (3/4): 111-120.

Plassmann, E. (2011): Die Pilzmückenfauna (Diptera, Sciaroidea excl. Sciaridae) im Nationalpark Gesäuse (Österreich) — Entomofauna **32** (36): 477-512.

Poinar, G.O. (1992): Life in Amber — Stanford University Press, Stanford (Cal.): 350 S.

Scherf, H. (1970): Leuchtende Pilzmücken. — Natur und Museum **100** (3): 111-119.

Schulze, R. (1924): Über Mycetophilidenlarven. — Zool. Jb. Syst. **48**: 433-462.

Sivincki, J. M. (1998): Phototropism, bioluminescence and the Diptera. — Florida Entomologist **81** (3): 282-292.

Vogel, S. (1978): Pilzmückenblumen als Pilzmimeten. 1. Teil — Flora **168**: 329-366.

Weitschat, W. & W. Wichard (1998): Atlas der Pflanzen und Tiere im Baltischen Bernstein. — Pfeil Verlag München, 256 S.